



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA

CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS

CURSO DE AGRONOMIA

ESTUDOS INICIAIS SOBRE O CULTIVO DA HALÓFITA

***Sarcocornia perennis* EM Santa Catarina**

ROBSON MOREIRA PEREIRA

Florianópolis, SC

Julho de 2012



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA

CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS

CURSO DE AGRONOMIA

ESTUDOS INICIAIS SOBRE O CULTIVO DA HALÓFITA

***Sarcocornia perennis* EM Santa Catarina**

Relatório de estágio apresentado ao curso de Agronomia da Universidade Federal de Santa Catarina. Requisito parcial à obtenção do título de Engenheiro Agrônomo. Acadêmico: Robson Moreira Pereira. Orientador: Felipe Vieira do Nascimento. Laboratório de Camarões Marinhos (LCM)

Florianópolis, SC

Julho de 2012

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA

CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS

CURSO DE AGRONOMIA

ESTUDOS INICIAIS SOBRE O CULTIVO DA HALÓFITA

***Sarcocornia perennis* EM Santa Catarina**

ROBSON MOREIRA PEREIRA

Trabalho submetido à Banca Examinadora como parte dos requisitos para conclusão do
Curso de Graduação em Agronomia – TCC

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Felipe Vieira do Nascimento

Prof. Dr. José Luiz Pedreira Mourino

Bióloga Marinha Genyess Vieira

Florianópolis, SC

Julho de 2012

AGRADECIMENTOS

A todos os funcionários e colegas do Laboratório de Camarões Marinhos (LCM) que me acompanharam durante tanto tempo, e com quem passei tantos 'perrengues' e alegrias.

Ao Prof. Edemar Andreatta, que me encaminhou pela primeira vez ao laboratório.

Ao João (ex-administrador do LCM), pessoa pela qual sou extremamente grato pela força durante boa parte da minha estadia no alojamento do laboratório.

Ao Prof. Walter Seifert e Katt Lappa por apoiar as pesquisas que realizei nos últimos anos.

Ao Prof. Felipe Nascimento, pela orientação não apenas nessa etapa de conclusão de curso, porém em grande parte da minha passagem pelo LCM, assim como fez também o Prof. José Luiz Mouriño.

A colega Jaiane Mineff, pela parceria e empenho nas pesquisas sobre a Salicórnia.

A todos meus parceiros de alojamento que, cada um da sua forma, participou dessa minha fase de formação profissional e como pessoa. Em especial sou obrigado a citar a Lalinha (Eulália Mugabe), Nice (Aldenice Pereira), Pipa (Filipa Faleiro), Patô (Vinício Pierre), Canecas (Manecas Baloi), Helenita (Helena Salência), Geny (Genyess Vieira) e Ewdmar [por ordem de passagem].

Ao pessoal do Laboratório de Psicultura Marinha, no qual passei boa parte de minha formação. Em especial ao Gabriel (Carapeva) e Cristina (Robalo).

A todos os professores e colegas do curso de agronomia, e em especial ao pessoal da secretaria e biblioteca, pessoa que sempre estiveram pacientes e disponíveis para ajudar.

E por fim, fica o maior dos agradecimentos destinado aos meus familiares, que nunca deixaram de me apoiar em nenhum momento da minha vida, e aos meus amigos que sabem que também fazem parte da família.

SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS	V
RESUMO.....	VI
1 Introdução.....	7
2 Objetivos do Estágio.....	9
2.1 Objetivo Geral	9
2.2 Objetivos Específicos	9
3 Revisão Bibliográfica.....	10
3.1 Características Gerais (Morfo-Fisiológicas).....	10
3.2 Habitat e Distribuição	12
3.3 Estratégias de Adaptação à Salinidade.....	13
3.4 Características Nutricionais e Medicinais	14
3.5 Cultivo Comercial.....	15
3.5.1 Cultivo Convencional	16
3.5.1 Cultivo Integrado à Aquicultura.....	18
3.6 Mercado consumidor.....	20
4 Atividades Práticas	21
4.1 Produção de Mudas	21
4.1.1 Produção de Mudas a Partir de Sementes.....	21
4.1.2 Produção de Mudas a Partir de Estacas.....	23
4.1.3 Produção de Mudas em Sistema Aquapônico	24
4.2 Métodos de Cultivo em Solo	25
4.3 Métodos de Cultivo Aquapônico	27
4.4 Colheita	28
4.5 Cultivo Experimental na Fazenda	29
5 Considerações Finais	31
6 Referências Bibliográficas	33

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Exemplar de <i>Sarcocornia perennis</i> subsp. <i>perennis</i>	11
Figura 2 - (A) Localização do Pontal da Daniela em Florianópolis. (B) Local no pontal onde foi localizada a salicórnia.	13
Figura 3 - Um dos exemplares colhido no mangue.	14
Figura 4 - Cultivo de salicórnia na Salina Eiras Largas	17
Figura 5 - Cultivo de salicórnia em Bahía Kino, Sonora/México.	18
Figura 6 - Desenho esquemático (A) e foto aérea (B) do empreendimento em Eritréia.....	19
Figura 7 - Brotos in natura embalados para comercialização.....	21
Figura 8 - Estufa com armação de cano e coberta por plástico.....	23
Figura 9 - Bandeja com as estacas no início do teste.	24
Figura 10 - Cultivo na parte superior do camaleão.....	27
Figura 11 - Cultivo na parte inferior do camaleão.....	27
Figura 12 - Flutuador com as plantas.....	28
Figura 13 - Raízes bem desenvolvidas na ausência da interação com camarões.	29

ESTUDOS INICIAIS SOBRE O CULTIVO DA HALÓFITA *Sarcocornia perennis* EM SANTA CATARINA

Autor: Robson Moreira Pereira

Orientador: Prof. Dr. Felipe Vieira do Nascimento

RESUMO

Este trabalho teve como objetivo conhecer melhor a halófita *Sarcocornia perennis* através de pesquisas bibliográfica e práticas. Primeiramente foram feitas pesquisas bibliográficas sobre suas características gerais, tanto morfofisiológicas como econômica e ambiental, sendo posteriormente realizados testes relativos à produção de mudas e cultivo do vegetal no Laboratório de Camarões Marinhos (LCM), em Santa Catarina - Brasil. A planta está difundida por todos os continentes e apresenta diversas utilidades, sendo elas principalmente a produção de biodiesel a partir das sementes, consumo *in natura* dos brotos para humanos e animais zootécnicos, fabricação de sal e conservas, benefícios ambientais, entre outros. Sua adaptação a ambientes salinos possibilita o preenchimento da lacuna de produção agrícola em zonas de solos salinizados. A produção de mudas do vegetal a partir do método de estaquia mostrou-se viável, sendo bastante superior à produção a partir de sementes. Os métodos de cultivo foram testados com objetivo de produção de brotos, e foi constatado que a salinidade do solo influencia diretamente na qualidade dos brotos. A irrigação com água do mar foi eficiente para fornecer íons de sais aos brotos, e a utilização de efluentes aquicultura como fertilizantes foi eficaz.

Palavras-chave: Salicórnia, reprodução, aquaponia, cultivo integrado.

1 INTRODUÇÃO

Este trabalho apresenta os resultados dos trabalhos de pesquisa teórica e prática, sobre a halófita *Sarcocornia perennis* (Miller) A. J. Scott subesp. *perennis*, realizados principalmente no ambiente do Laboratório de Camarões Marinhos (LCM).

O LCM é um laboratório da Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC), localizado no bairro Barra da Lagoa (Florianópolis/SC), que foi idealizado para desenvolver as atividades de produção de camarões marinhos. Após oscilações entre pesquisas e produção de pós-larvas, o laboratório dedica-se atualmente quase que exclusivamente a pesquisa. A linha de pesquisa do laboratório é bastante ampla, abrangendo os cultivos convencionais, cultivos sem renovação de água, cultivos superintensivos em sistema de bioflocos, microbiologia, nutrição e larvicultura. Essa diversificação de áreas de conhecimento foi essencial para possibilitar as pesquisas realizadas durante o estágio, de modo a abrir mais uma linha de pesquisa que é a produção integrada de plantas halófitas e camarões marinhos.

O cultivo de camarões marinhos é alvo de constantes críticas relacionadas principalmente ao impacto ambiental. A integração com o cultivo de plantas halófitas possibilita a otimizar o uso da energia empregada no cultivo do crustáceo, devido principalmente à utilização dos nutrientes residuais pelas plantas. Além dos benefícios ambientais, a integração confere maior confiança nos consumidores, os quais estão mais exigentes hoje em dia com relação ao modelo de produção dos alimentos, além de aumentar o valor do produto em alguns casos. Outro motivador da integração é a diversificação da geração de renda na propriedade, importante principalmente para pequenos produtores.

A queda drástica da produção de camarão marinho na região de Santa Catarina, devido à epidemia do vírus da mancha branca, causou a desativação da maioria das fazendas de cultivo na região, sendo o município de Laguna o principal prejudicado. O cultivo de plantas halófitas pode apresentar-se como uma saída para utilização e geração de renda em viveiros de fazendas de camarão desativadas.

Este relatório, ao apresentar diversas informações sobre a halófita salicórnia, pretende ajudar a divulgar informações sobre esse vegetal que possui grande potencial para ser produzido, além da integração com a aqüicultura, em áreas salinizadas, onde geralmente as opções de produção e geração de renda são bastante reduzidas.

2 OBJETIVOS DO ESTÁGIO

2.1 Objetivo Geral

Conhecer melhor a halófita *Sarcocornia perennis*, através de pesquisas bibliográficas, principalmente com relação à sua biologia, utilidades e produção comercial. Fazer testes práticos relacionados à sua reprodução e cultivo, em laboratório e a campo.

2.2 Objetivos Específicos

- Conhecer melhor os aspectos anatômicos e fisiológicos da planta, assim como habitat e distribuição natural;
- Pesquisar os valores nutricionais e medicinais, assim como as possibilidades de utilização;
- Pesquisar sobre modelos produtivos e possibilidades de integração à aqüicultura;
- Testar métodos de reprodução;
- Testar métodos de cultivo;
- Dar início a um cultivo experimental em uma fazenda de produção de camarões desativada em Laguna.

3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

As Salicórnias (Figura 3.1) são plantas herbáceas, da família Chenopodiaceae, distribuídas entre os gêneros *Salicornia* e *Sarcocornia*. São consideradas plantas halófitas, por serem adaptadas à sobrevivência em ambientes salinos. No Brasil, há ocorrência natural de *Sarcocornia perennis* (Miller) A. J. Scott subesp. *perennis* (sinônimo *Sarcocornia gaudichaudiana*), chamada popularmente de erva-sal, nome vulgar também atribuído a *Atriplex mummularia*, outra halótita.



Figura 1 - Exemplar de *Sarcocornia perennis* subsp. *perennis*.

Fonte: Robson M. Pereira

3.1 CARACTERÍSTICAS GERAIS (MORFO-FISIOLÓGICAS)

O gênero *Sarcocornia* apresenta plantas perenes, ramificadas, com ramos prostrado-ascendente até 70cm de altura para a subespécie *alpine*, sendo que a subespécie *perennis* possui ramos menores. As folhas encontram-se reduzidas a uma escama aguda, de margem hialina. A inflorescência é espiciforme, lateral ou terminal, formada por três flores na axila de cada bráctea. Brácteas opostas, soldadas, similares às folhas, constituindo a parte fértil. A flor central é ligeiramente

maior que as laterais, com perianto carnudo, formado pela fusão de quatro tépalas. O fruto é um aquênio e permanecem aderidas mesmo após maduras no perianto frutífero. As sementes são pardas e a testa com pêlos curtos e curvados (SHEPHERD *et al.*, 2005).

Os brotos apresentam-se mais carnudos no estado vegetativo e menos carnudos no estado de frutificação. Provavelmente, há uma maior disponibilidade de nutrientes para a produção de biomassa dos brotos durante o período de crescimento vegetativo, ocorrendo posteriormente uma remobilização desta energia para o processo de floração e frutificação. Essa característica de produção e remobilização de energia tem influência direta no manejo de acordo com o objetivo do cultivo do vegetal. Quando o foco é a produção de sementes deve-se favorecer esse processo natural, de modo que a planta invista o máximo da energia acumulada na floração e produção de sementes. Por outro lado, quando se deseja a produção de brotos, devem-se adotar medidas para evitar o estado de florescimento, de modo a evitar que a energia na produção de brotos seja desviada (VENTURA *et al.*, 2011).

O florescimento das espécies de salicórnia está diretamente ligado ao fotoperíodo, de modo que a redução no comprimento do dia tem forte influência na indução para florescimento. A manutenção de dias longos através de iluminação artificial, atrasa a floração, porém chega a um limite onde ela é inevitável. Na região centro-sul do litoral catarinense, o pico de florescimento e frutificação está compreendido entre os meses de Janeiro e Março. Para as espécies do gênero *Sarcocornia*, devido ao ciclo de vida perene, uma boa opção para impedir o florescimento é a colheita periódica dos brotos (VENTURA, 2011). O mesmo autor não encontrou influência da salinidade da água de irrigação no processo de florescimento.

O sistema radicular é do tipo rizoma, relativamente superficial, estando 80% da biomassa presente na profundidade até 12cm de solo (PALOMO, 2004), o que provavelmente é uma adaptação para sobrevivência em solos mal drenados, evitando assim as zonas anóxicas mais profundas. Outra característica é a resistência ao alagamento, estando na maioria das vezes sob regime de inundação diário em ambiente natural, como por exemplo a variação de maré em manguezais.

3.2 HABITAT E DISTRIBUIÇÃO

As salicórnias são habitantes naturais de locais salinizados do litoral, como manguezais, banhados salinos e margem de salinas, possuindo representantes em todos os continentes (SHEPHERD *et al.*, 2005). As diversas espécies variam sua localização desde zonas mais alagadiças a zonas mais altas e com melhor drenagem. A subesp. *perennis* geralmente encontra-se em área com de constante variação de maré, ficando submersa por certo tempo ao longo do dia.

A mesma espécie de salicórnica é encontrada ao longo da costa brasileira. As matrizes obtidas para dar início aos trabalhos no laboratório foram colhidas no mangue do Pontal da Daniela, situado em Florianópolis/SC (Figura 2A). O vegetal foi encontrado em apenas um ponto (Figura 2B) do mangue, em solo relativamente drenado, com interferência diária da maré. A população ocupava área pequena, algo em torno de 20m², em número reduzido, e em estado bastante debilitado, com poucos brotos verdes (Figura 3).

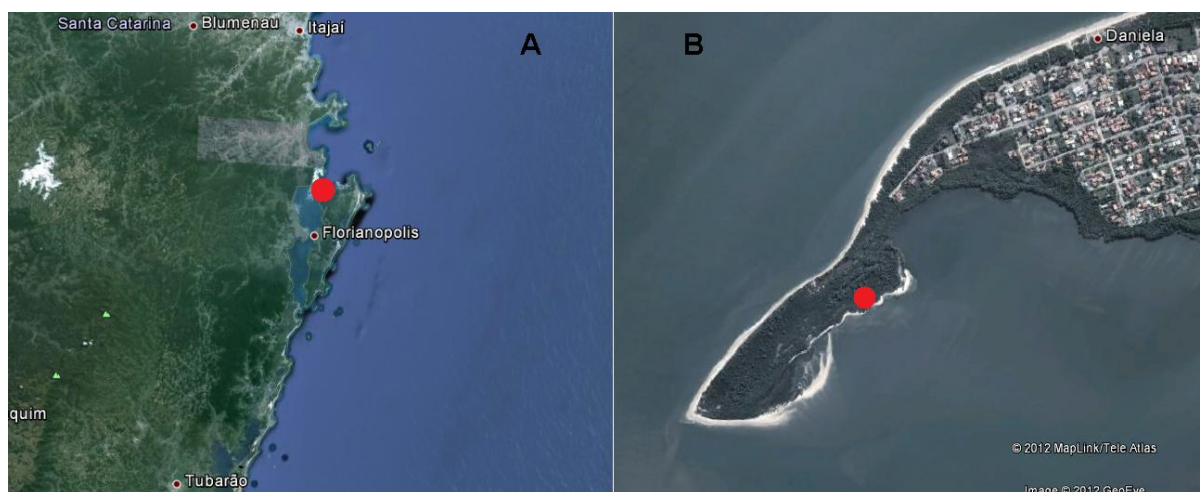


Figura 2 - (A) Localização do Pontal da Daniela em Florianópolis. (B) Local no pontal onde foi localizada a salicórnica.

Fonte: Google Earth



Figura 3 - Um dos exemplares colhido no mangue.

Fonte: Robson M. Pereira

3.3 ESTRATÉGIAS DE ADAPTAÇÃO À SALINIDADE

Observa-se o desenvolvimento da suculência nas folhas que resulta o aumento da relação volume/área externa. Na presença de grande concentração de sódio no meio externo, há absorção de alguns íons, como o potássio e sódio, ao contrário das glicófitas, que tendem à exclusão destes. As halófitas são únicas na sua capacidade de acumular sais nas suas folhas, em concentrações iguais ou superiores às da água do mar, sem prejuízo para a planta. Essa acumulação iônica permite a manutenção do elevado conteúdo hídrico na célula, mesmo na presença de baixo potencial hídrico externo em salinidades elevadas (FLOWERS *et al.*, 1977).

Nas halófitas dicotiledôneas, pode-se haver acumulação de 30 a 50% do peso seco em íons, principalmente sódio e cloro, podendo ocorrer razões Na/K de até acima de 10 (JACOBY, 1994). As monocotiledôneas, porém, podem apresentar razão de um ou inferior. Essa diferença de proporção entre íons resultou na separação em dois grupos de fisiótipos relativos à característica de tolerância a

salinidade, sendo as espécies que utilizam os sais de sódio para a regulação osmótica e as que utilizam potássio e açúcares. Dessa maneira, distingue-se os dois grupos com diferentes habilidades de tolerância salina, o das monocotiledôneas, com razões de Na/K e conteúdo em água muito mais baixos, e em oposição a dicotiledôneas (FLOWERS *et al.*, 1986).

O acúmulo de NaCl nos vacúolos das células adaptadas ao sal pode ser contrabalançada pela acumulação no citoplasma, em quantidades significativas, de solutos orgânicos tais como os açúcares, aminoácidos livres, betaína e prolina, durante a adaptação ao “stress” salino ou déficit hídrico (FLOWERS *et al.*, 1977; LEVITT, 1980; CHEESEMAN, 1988).

Diversos estudos têm revelado que, sob “stress” salino, grande parte do azoto da planta é investido em solutos osmoticamente compatíveis, nomeadamente a prolina e a glicinabetaína. No entanto, diversas espécies das Chenopodiaceae acumulam grandes concentrações de betaína, mesmo em condições não salinas (STOREY *et al.*, 1977), o que sugere que estes compostos podem estar já presentes no citoplasma ou serem deslocados do vacúolo (ROZEMA *et al.*, 1985a).

A inibição do crescimento e produtividade é uma resposta comum ao estresse salino. O crescimento lento pode ser uma característica adaptativa para a sobrevivência da planta sob o estresse, desde que possua mecanismos para combatê-lo (ZHU, 2001a). No entanto, numerosas espécies halófitas não são apenas tolerantes ao crescimento em zonas salinizadas, mas também têm o crescimento estimulado pelo NaCl (YOUSIF *et al.*, 2010).

3.4 CARACTERÍSTICAS NUTRICIONAIS E MEDICINAL

Além de ser uma boa fonte de minerais, os brotos de salicórnia contém proteínas e várias vitaminas (LU *et al.*, 2001). Em alguns ecótipos, os valores nutricionais são incrementados conforme o aumento da salinidade do meio, resultando em altas concentrações de compostos antioxidantes (polifenóis, beta-caroteno) e proteínas (VENTURA *et al.*, 2011).

O ácido graxo Omega-3, lipídio que nas plantas está localizado na membrana do cloroplasto, possui propriedades benéficas à saúde humana. Os dois gêneros de salicórnia apresentam índices de lipídios totais e Omega-3 superiores às folhas de

espinafre, alface e mostarda (SIMOPOULOS, 2004). Segundo VENTURA *et al.* (2011), os valores de ácidos graxos totais são superior no gênero *Salicornia*, e os valores de Omega-3 não decrescem com o aumento da salinidade, para o mesmo gênero, apresentando-se como potencial fonte de ácidos graxos poliinsaturados para consumo humano, mesmo cultivado em solos salinos.

Sob condições mais rígidas de estresse salino, os brotos adquirem coloração avermelhada, podendo esta relação estar ligada a maiores concentrações de glicinabetaína. A produção deste composto é uma resposta comum das plantas halófitas ao estresse salino (FLOWERS *et al.*, 1997). Momonoki; kamimura (1994), também citam a produção de glicinabetaína nas porções aéreas e raízes da planta.

3.5 CULTIVO COMERCIAL

Espécies de salicórnia de ciclo anual apresentam crescimento mais rápido que as de ciclo perene, quando se compara em pequenos períodos de crescimento. Porém, a produção de biomassa pelas espécies perenes do gênero *Sarcocornia*, que são caracterizadas como crescimento inicial lento, pode apresentar resultados melhores que o gênero *Salicornia*, em cultivos mais longos (VENTURA, 2011).

Há registros de cultivos comerciais em Portugal (CASA DO SAL), México (THE SEAWATER FOUNDATION), Kuwait (ABDAL, 2009), Eritréia (THE SEAWATER FOUNDATION) e Arábia Saudita (SAUDI ARAMCO WORLD).

As informações encontradas sobre a produção de salicórnia ficaram envoltas de poucos empreendimentos, sendo alguns destes relativamente ousados, devido ao tamanho do cultivo e/ou pela complexidade devido à integração do cultivo com outros tipos de produção, como no caso da integração com produções aquícolas. As produções maiores estão geralmente ligadas à produção de grãos, para produção de biodiesel, e os produtores menores atingem o mercado consumidor de brotos fresco e sal feito a partir dos brotos secos, também chamado de salverde. Porém, nada foi encontrado sobre dados de produção, produtividade média, etc. Sobre os empreendimentos grandes, e que projetavam grandes produções e grandes expectativas, não foi encontrado dados recentes, relativos ao andamento destes. Porém, verifica-se a prosperidade dos pequenos empreendimentos, tanto quanto em relação à comercialização dos brotos frescos como a de sal-verde.

Outro fato que fica claro é que, apesar de a produção mundial não ser expressiva - ao menos não foram encontrados dados que prove o contrário – as pesquisas sobre as potencialidades da planta estão crescendo cada vez mais.

3.5.1 CULTIVO CONVENCIONAL

Foram encontrados dois modelos tradicionais de cultivo de salicórnias, sendo um mais artesanal, apenas com irrigação de água do mar, e outro em maior escala que, além da água do mar, utiliza fertilizantes químicos e mecanização.

Os cultivos mais tradicionais, como o encontrado na Salina Eiras Largas (Portugal), são feitos em áreas de salinas, onde as plantas já eram encontradas naturalmente (Figura 4). As plantas são cultivadas à beira da salina, onde são irrigadas com a entrada da água do mar, sem haver nenhum tipo de adubação adicional.



Figura 4 - Cultivo de salicórnica na Salina Eiras Largas.

Fonte: <http://www.casadosal.pt>

O modelo produtivo em maior escala, tendo como exemplo em Sonora, no México, o cultivo é feito em grandes quadras rasas, similares á quadras de arroz

(Figura 5). De acordo com PUENTE (sem data de publicação), da Universidade de Sonora, a preparação do solo envolve revolvimento com discos e gradeamento quando o solo for argiloso. A adubação antes do plantio é recomendada, com 50Kg/ha de nitrogênio e fósforo, e do final do primeiro mês de cultivo ao quinto, fazer adubação com 200 a 300Kg de uréia por hectares a cada 5 a 10 dias. O plantio é feito a lanço para áreas de até 1ha e semeadura mecanizada para áreas maiores. Durante o crescimento não se mostra necessário a utilização de herbicidas para controle de plantas daninhas ao cultivo, assim como as sementes não se mostram suscetíveis a doenças. A irrigação é feita com água do mar, com frequência relativa a taxa de infiltração do solo, evapotranspiração e precipitação da região. Quando o objetivo do cultivo é a produção de grãos, é utilizado herbicida para secagem antes da colheita, e no caso de não haver possibilidade de se usar herbicidas é feito corte e acamamento da cultura, deixando a secar ao sol.



Figura 5 - Cultivo de salicornia em Bahía Kino, Sonora/México.

Fonte: The Seawater Foundation.

3.5.2 CULTIVO INTEGRADO À AQUICULTURA

Uma das vantagens do cultivo de plantas halófitas, é a possibilidade de integrá-lo à produção aquícola marinha. Além de removerem uma fração significativa dos nutrientes do efluente de cultivo aquícola, fornecem um retorno econômico para o cultivador.

Um exemplo muito interessante pode ser observado em Eritreia, país localizado no nordeste do continente africano, onde o efluente do cultivo de camarões marinhos serve de fertilização para o cultivo de salicórnia e outras plantas de manguezal (Figura 6). Após passar pelo processo de bioremediação e estabilização do efluente nas wetlands, ele segue para as quadras de produção de sal (CLARIOND, 2010). Nesse exemplo, além da produção de grãos para biodiesel, os brotos secos residuais são utilizados como forragem para cabras.

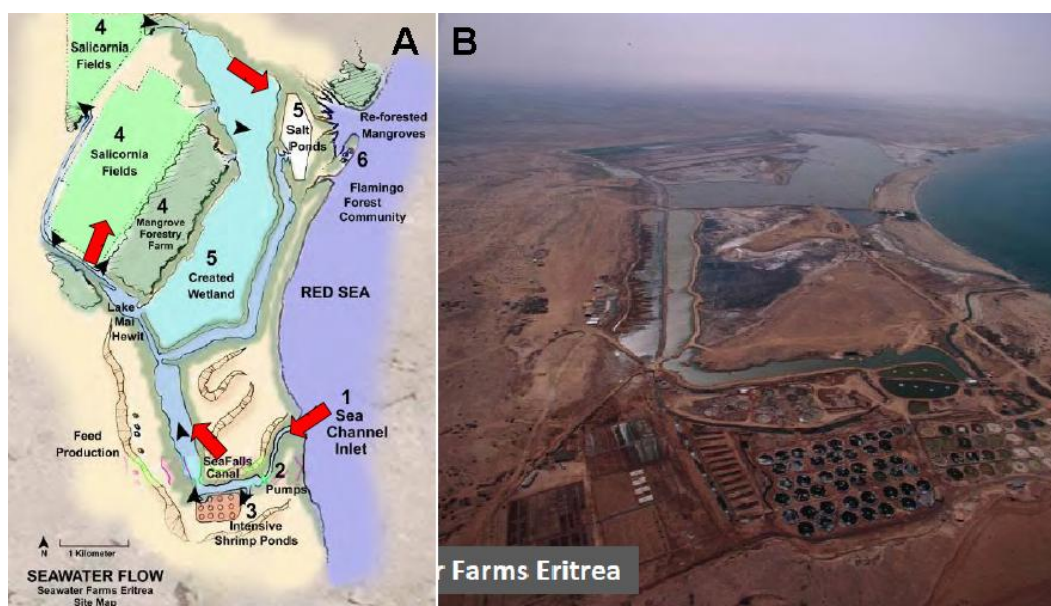


Figura 6 - Desenho esquemático (A) e foto aérea (B) do empreendimento em Eritreia.

Fonte: The Seawater Foundation.

No Brasil, COSTA et al. (2006) realizou um experimento no estado do Ceará, irrigando canteiros de salicórnia diariamente com efluente de cultivo de camarões marinhos. Em tal ocasião, obteve-se produtividade de 3.108,9Kg de peso fresco e 552,9Kg de matéria seca por ha, em 106 dias de produção, sendo a colheita feita no

início da floração. O cultivo foi iniciado através do plantio de mudas com 30 a 45 dias de idade, feitas a partir de sementes.

Outra possibilidade para a produção de salicórnia é a integração ao sistema de cultivo de camarões marinhos chamado bioflocos. Neste sistema de cultivo, não há renovação de água, pois os nutrientes residuais da digestão e não consumo de ração são convertidos em biomassa bacteriana, mantendo a qualidade da água de cultivo e disponibilizando proteína bacteriana. Por não haver renovação de água, os níveis de sólidos no tanque tendem a subir, de modo que este parâmetro deve ser controlado para que não prejudique o cultivo dos camarões. O controle de sólidos é feito com o uso de decantadores, sendo drenados periodicamente os sólidos decantados. Estes efluente, também chamado de lodo, é salino e rico em nutrientes, não podendo ser despejado em qualquer lugar. Apesar de rico em nutrientes e matéria orgânica, não pode ser utilizado na agricultura convencional devido à sua salinidade, porém apresenta-se como potencial fertilizante para o cultivo de salicórnia.

Além do cultivo tradicional em solo, a planta também pode ser cultivada em substratos inertes ou até mesmo diretamente na água, que consiste no sistema de cultivo chamado hidropônico. A integração da produção hidropônica de vegetais com a produção aquícola é chamada de aquaponia. Neste sistema, a recirculação de água permite que os nutrientes residuais gerados pelo cultivo dos peixes e camarões através das excretas e ração não ingerida, sejam utilizados como nutrientes para a produção dos vegetais (RAKOCY *et al.*, 2006; RINEHART, 2010). Para um melhor aproveitamento energético, deve-se haver um equilíbrio entre a geração de resíduos e a necessidade de nutrientes do cultivo hidropônico. Outra vantagem do sistema é que bactérias nitrificantes (*Nitrosomonas* spp. e *Nitrobacter* spp.) se aderem ao substrato inerte utilizado no cultivo das plantas, e no próprio sistema radicular das mesmas, funcionando como um filtro biológico (ZWEIG *et al.*, 1986), otimizando o processo de ciclagem de nitrogênio. O melhor aproveitamento dos nutrientes contido na água de cultivo, além de possibilitar altas produtividades de vegetais, também possui grande importância para se evitar a eutrofização de estuários causada por efluente de aquíicultura.

3.6 MERCADO CONSUMIDOR

O mercado consumidor ainda parece ser pequeno, porém é crescente, principalmente devido às diversas reportagens em nível mundial que retratam os benefícios que o consumo do vegetal traz a saúde. Os principais produtos comercializados são os brotos frescos (Figura 7) e o Sal-Verde, feito a partir dos brotos desidratados e moídos.



Figura 7 - Brotos *in natura* embalados para comercialização.

Fonte: <http://www.casadosal.pt>

Aqui no Brasil, não foi encontrado nenhum lugar onde fosse possível comprar o produto, nem mesmo através da internet. Em lojas virtuais euro-asiáticas, na internet, é possível encontrar vários fornecedores, desde sementes a brotos e óleo de salicórnia.

4 ATIVIDADES PRÁTICAS

As atividades práticas foram feitas na sua maioria no Laboratório de Camarões Marinhos (LCM) da UFSC, sendo elas os testes com diferentes métodos de produção de mudas, diferentes métodos de cultivo em solo, cultivo aquapônico e colheita. Fora do laboratório foram realizados a análise de composição nutricional dos brotos e raiz da planta, e o plantio de algumas mudas em um canteiro a beira de um viveiro de camarão desativado na região de Laguna/SC

4.1 PRODUÇÃO DE MUDAS

Foram testados métodos de produção de mudas a partir de sementes, estacas herbáceas e estacas lenhosas. A produção de mudas a partir de estacas também foi testada em sistema aquapônico.

4.1.1 PRODUÇÃO DE MUDAS A PARTIR DE SEMENTES

A colheita das sementes foi feita sempre após a completa secagem natural dos brotos, quando estes eram cortados e armazenados em geladeira. Posteriormente os brotos foram peneirados para separação do material mais grosseiro. Como sementeira foi utilizada uma caixa retangular com dimensões de 40x30x20cm. O substrato utilizado foi uma mistura de areia com lodo de cultivo de camarão, com profundidade de 10cm. A sementeira foi colocada em casa de vegetação feita com armação em cano curvado e coberto com plástico transparente (Figura 8).



Figura 8 - Estufa com armação de cano e coberta por plástico transparente. O sombreador foi colocado após a retirada da semeteira da estufa. Fonte: Robson M. Pereira

Apesar de não ter-se feito o controle da quantidade de semente que foi semeada e o porcentual de germinação, pode-se constatar visualmente que a porcentagem de germinação mostrou-se demasiadamente baixo. Esse resultado não diferiu de um teste feito previamente em caixas de germinação (gerbox), onde foi testado a germinação de sementes em meio não salino comparando sementes com e sem perianto envolto. No caso da gerbox, constatou-se germinação próxima à 10% em 14 dias de germinação.

O desenvolvimento das plântulas geradas a partir da germinação das sementes também foi bastante lento, em comparação às mudas feitas pelo método de estaquia, não encorajando a produção de mudas a partir deste método. Esse desenvolvimento lento do gênero *Sarcocornia* já havia sido constatado por VENTURA (2011), quando comparado com as espécies do gênero *Salicornia*.

4.1.2 PRODUÇÃO DE MUDAS A PARTIR DE ESTACAS

Foram feitas diversas comparações visuais relacionadas ao desenvolvimento de raiz e brotação das estacas, envolvendo utilização ou não de hormônio (AIB) e diferentes tipos de estacas. As estacas utilizadas possuíam sempre entre 0,2 e 0,4cm de diâmetro e 10 a 15cm de comprimento, com a base cortada em bisel. O substrato foi uma mistura de composto orgânico, areia e lodo de cultivo de camarões marinhos (Figura 9).



Figura 9 - Bandeja com as estacas no início do teste.

Fonte: Robson M. Pereira

A utilização de hormônio enraizador (AIB) foi feita duas vezes, primeiro para estacas lenhosas e posteriormente para herbáceas, comparando diferentes concentrações do hormônio (0, 250, 500, 1000 e 2000ppm). Os primeiros 3cm da base foram mergulhados na solução por 10 segundos e em seguida plantados na bandeja, as quais permaneceram em estufa fechada com cobertura plástica transparente e malha sombreadora de 50%.

O teste foi encerrado aos 60 dias, sem diferença visual entre os tratamentos, apresentando média de 86% de enraizamento, com brotação em todas as estaca enraizadas. Dessa forma, ficou demonstrado que a produção de mudas pode ser

feita de maneira bem rústica, sem a necessidade de hormônios enraizadores, barateando o processo de produção.

Testes paralelos com produção de mudas demonstraram que as estacas herbáceas são mais suscetíveis à morte por desidratação, necessitando ambiente com melhores condições de umidade que as estacas lenhosas, porém seu enraizamento e desenvolvimento são mais rápidos. Outra característica notada para estacas herbáceas apicais é que elas têm a tendência de desenvolvimento da gema apical, sendo que a retirada da ponta da estaca pode ser realizada se for desejável quebrar essa dominância e incentivar o desenvolvimento dos brotos laterais.

4.1.3 PRODUÇÃO DE MUDAS EM SISTEMA AQUAPÔNICO

O cultivo integrado de salicórnia com a produção de peixes e camarões é de maneira geral feito utilizando-se os efluentes residuais do cultivo aquícola para a fertirrigação do vegetal. Porém, o modelo aquapônico vai além desta integração, ele promove a utilização dos nutrientes residuais na água de cultivo pela planta, de maneira a manter a qualidade da água no nível exigido pela espécie de cultivo aquícola, sem necessidade de renovação de água, apenas reposição por causa da evapotranspiração. Resumidamente, é um sistema de cultivo fechado, onde a remoção dos nutrientes residuais é feita sem que a água de cultivo tenha que ser trocada parcialmente.

O sistema testado é chamado 'floating', que consistia no cultivo da planta sustentada por flutuadores dentro do tanque de cultivo de camarões. Os flutuadores foram feitos de isopor com 3cm de espessura. Para testar o enraizamento, as estacas foram fixadas no isopor com distanciamento de 2cm, sendo utilizadas tanto estacas lenhosas como estacas herbáceas.

Todos os tipos de estaca mostraram-se viáveis para enraizamento, havendo enraizamento de 100% nesse sistema, sendo que as estacas herbáceas com 20cm de comprimento mostraram-se mais aptas.

4.2 MÉTODOS DE CULTIVO EM SOLO

Foram testados dois modelos de cultivo em solo, sendo todos eles em sistema de camaleão. Em todos os cultivos a irrigação foi realizada com água do mar, e era feito adubação constante com o lodo drenado dos decantadores utilizados no cultivo de camarão.

O primeiro teste foi realizado com o plantio das mudas na parte superior do camaleão (Figura 10), sendo a irrigação feita pelos canais laterais (entre os montes dos camaleões). O solo onde foi feito o canteiro era arenoso, de maneira que a água se infiltrava muito rapidamente, praticamente impedindo a saturação do mesmo e dificultando a passagem da água de irrigação pelo canal. Após sucessivas aplicações de lodo, os canais foram retendo um pouco mais de umidade, e tornando-se menos drenáveis, porém continuavam a dar problemas relativos à irrigação e ao ressecamento das camadas superficiais de solo nos períodos mais quentes do dia.

Para tentar resolver esse problema, foi refeito o canteiro, também em sistema de camaleão, porém plantando-se as mudas nos canais de irrigação, entre os camaleões (Figura 11). Essa mudança contribuiu bastante para a manutenção da umidade do solo na zona radicular das plantas, melhorando muito o desenvolvimento das plantas.

Em experimento no litoral do Ceará, COSTA *et al.* (2006) obteve resultados que indicava que as plantas localizadas em zonas com melhor drenagem do canteiro experimental desenvolviam-se melhor. Em contra partida, em solo demasiadamente drenado as plantas não se saíram bem, mostrando-se suscetíveis ao estresse hídrico.



Figura 10 - Cultivo na parte superior do camaleão.

Fonte: Robson M. Pereira.



Figura 11 - Cultivo na parte inferior do camaleão.

Fonte: Robson M. Pereira

Com relação ao estresse salino, não houve nenhum problema, pelo contrário, quanto mais a irrigação era feita com água do mar, sem interferência da água de precipitação, mas íons de sal a planta absorvia e ficava mais salgada, conferindo mais sabor aos brotos.

4.3 MÉTODOS DE CULTIVO AQUAPÔNICO

O cultivo aquapônico foi feito em sistema de 'floating', com flutuadores de isopor semelhantes aos utilizados para produção das mudas aquapônicas. A diferença estava basicamente no distanciamento entre indivíduos, sendo agora o distanciamento de 10cm entre plantas (Figura 12).



Figura 12 - Flutuador com as plantas.

Fonte: Robson M. Pereira.

As mudas utilizadas para este cultivo foram obtidas através do método de estaquia em sistema aquapônico e também em solo. No caso da utilização das mudas feitas em solo, as raízes eram bem lavadas com água, para tirar o solo aderido às raízes. Ambos os tipos de mudas mostraram-se viáveis para o cultivo.

O cultivo aquapônico mostrou-se interessante, porém com crescimento lento das plantas quando feito em tanques contendo camarões. O primeiro teste foi feito em um tanque sem presença de camarão, onde era destinado o lodo drenado dos

decantadores. Nesse tanque as plantas se desenvolveram bem, apresentando longo sistema radicular (Figura 13). Já na presença de camarões, observou-se que o sistema radicular era sempre curto, em torno de 3cm.



Figura 13 - Raízes bem desenvolvidas na ausência da interação com os camarões.

Fonte: Robson M. Pereira.

Ficou clara a interação dos camarões com as raízes das plantas, muito provavelmente devido ao fato de elas servirem como substrato para a adesão de flocos bacterianos, os quais são parte importante da nutrição dos camarões em sistema intensivo de bioflocos. Porém, não ficou claro se os camarões cortavam as raízes ao tentar se alimentar dos flocos bacterianos ou se estava também a ingerir as raízes. Como o teste foi feito com poucas plantas, em um tanque contendo muitos camarões, fica a questão também se é possível encontrar um balanço viável entre quantidade de plantas e camarões, para que o sistema radicular das plantas tenha tempo de se recuperar.

4.4 COLHEITA

As colheitas eram manuais e sempre visando obtenção de brotos frescos, seja para produção de mudas ou para consumo dos mesmos. Inicialmente eram feitas

escolhendo os melhores brotos de cada planta, até obter-se a quantidade desejada na ocasião. Porém, mesmo a colheita sendo feita em quantidades relativamente pequenas (sempre menos de 1Kg), é um trabalho um tanto quanto fastidioso.

O modelo que se apresentou mais adequado foi o corte homogêneo das plantas. Nesse caso, feito a 20cm do solo, pois as plantas já se encontravam plantadas na parte mais baixa do camaleão, e em sequência contínua. Dessa maneira, a produção de brotos foi tornando-se mais homogênea, não necessitando tanta triagem na hora da colheita, tornando-a também menos fastidiosa. Para um modelo comercial de produção, é indicada a utilização de máquinas colheitadeiras para melhor produtividade e homogeneidade na altura dos cortes, sem contar que por ser uma planta baixa, os trabalhadores poderiam sofrer algum tipo de problema de coluna.

4.5 CULTIVO EXPERIMENTAL NA FAZENDA

Dezenas de fazendas de cultivo de camarão *Litopennaeus vannamei* na região de Laguna foram desativadas após a crise gerada pela enfermidade conhecida por 'mancha branca', causada pelo vírus WSSV. Entre essas está a 'Vivendas dos Camarões', a qual cedeu seu espaço para que fosse implantado um pequeno canteiro para o cultivo da salicórnia. Como tantas outras fazendas desativadas, os tanques de cultivo encontram-se degradados, devido à falta dos serviços de manutenção.

A área escolhida para a implantação do canteiro foi um tanque inundado com água salobra. As mudas do vegetal foram plantadas na zona mais alta, onde apesar de não ser alagado, permanece sempre úmido. Foi feito capina com profundidade de 20cm, pois o local estava tomado por gramíneas. As mudas foram plantadas com espaçamento de 30 cm entre linha e plantas. Foi feito uma pequena proteção para impedir que os gados criados atualmente no local comam as mudas. Devido à dificuldade de acesso à fazenda, o desenvolvimento das mudas não foi acompanhado de perto.

Houve sobrevivência de todas as mudas transplantadas, porém a produção de biomassa foi bastante reduzida aos 30 dias de cultivo (10 de maio a 10 de junho de

2012), quando comparado ao crescimento apresentado em laboratório. As temperaturas amenas (não se conseguiu os dados de temperatura média para a região para o período) podem ter influenciado negativamente no crescimento das mudas. Outro fator que atuou negativamente foi a elevação inesperada da maré até o ponto de plantio, encobrindo as plantas por longos períodos, fato que não era comum segundo um dos donos da fazenda.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

De maneira geral, as pesquisas bibliográficas feitas sobre a halófita salicórnia mostraram o potencial que o vegetal tem, tanto em relação aos benefícios nutricionais e energéticos, como pelo fato de ser adaptada ao cultivo em áreas salinizadas. Apesar da biodiversidade existente no planeta, a salicórnia é um dos poucos vegetais que atualmente mostram-se viáveis para cultivo em zonas salinizadas. Além das qualidades nutricionais e energéticas, como já citadas, é importante salientar a sua versatilidade em se adaptar ao uso segundo o atual modelo econômico. Essa referência está de acordo com as possibilidades em modelos produtivos que vão desde a produção para fins de reconstituição ambiental, geração de alimentos para populações carentes situadas em zona de solo ou água salinizada, produção de forragem para animais, assim como para a produção latifundiária, para produção de biodiesel, créditos de carbono, fármacos, comercialização de brotos *in natura*, fabricação de conservas, entre outros.

Os testes práticos de produção de mudas a partir de estacas apresentaram resultados com valores variando entre 85 a 100% de enraizamento, com brotamento de 100% das estacas enraizadas. Esse resultado demonstra a viabilidade da reprodução vegetativa para esta espécie. Porém, a produção por meio de sementes apresentou desenvolvimento muito inferior ao método vegetativo. Provavelmente, a reprodução sexual para esta espécie perene seja mais interessante para a geração de diversidade genética, em programas de melhoramento genético.

As experiências feitas com relação ao cultivo do vegetal mostraram alguns resultados práticos interessantes que devem ser levados em consideração quando na implantação de um cultivo comercial. Uma das principais características está relacionada à textura do solo, que refletirá diretamente na necessidade de irrigação e acúmulo de sais. Solos menos porosos e com melhor drenagem demandam maior volume de água para irrigação, ocorrendo também menor retenção de sais na camada de solo onde se encontra a zona de raiz da planta. O menor acúmulo de sais na zona de raiz reflete na diminuição

da absorção de sais pelo vegetal e acumulação nos brotos, diminuindo sua qualidade nutricional para o consumo de humanos e animais zootécnicos.

Com relação ao cultivo aquapônico, ficou claro a adaptação do vegetal ao modelo de cultivo, porém deve-se ainda fazer vários testes para poder comprovar sua viabilidade econômica. Os testes feitos sem a presença de camarões no tanque demonstraram perfeito desenvolvimento tanto da parte aérea como da raiz, porém não foi feita nenhuma mensuração da produtividade. Quando na presença do crustáceo no tanque, o vegetal apresentava menor crescimento da parte aérea e redução drástica no tamanho das raízes, sendo necessária a realização de experimentos testando maiores proporções de plantas em relação ao número de camarões, ou com sistema de proteção da raiz.

A experiência de plantio a campo, apesar da boa sobrevivência das mudas, não apresentou crescimento satisfatório das plantas, quando comparado ao crescimento nos testes em laboratório. Apesar da queda da temperatura, outros fatores como tempo de submersão na água, incidência de ventos predominantes da região, entre outros, podem também ter influenciado no resultado negativo.

Em fim, os estudos feitos durante o estágio sobre o cultivo de salicóchia, permitiram conhecer melhor as técnicas de reprodução e cultivo do vegetal, de maneira a contribuir para que futuros trabalhos possam ser feitos para aprimorar a cultura desta halófita.

6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABDAL, M. S. *et al.* Salicornia Production in Kuwait. *Applied Sciences*, 6(8), p.1033-1038. 2009.

CASA DO SAL. Disponível em <http://www.casadosal.pt>. Acessado em 06/06/2012.

CHEESEMAN, J. Mechanisms of salinity tolerance in plants. *Plant Physiol.* **87**:104–108. 1988.

CLARIOND F. C. Conferência Internacional sobre Producción y uso de Biomasa. Disponível em www.seawaterfoudation.org. 2010.

COSTA C. S. B. *et al.* Produção de biomassa da halófita *Salicornia gaudichaudiana* irrigada com efluente de viveiro do camarão *Litopenaeus vannamei* no litoral do Ceará. Resumo Expandido do I Simpósio sobre Biomas Costeiros e Marinhos, Salvador/BA. 2006.

FLOWERS, T. J. *et al.* The mechanism of salt tolerance in halophytes. *Ann. Rev. Plant Physiol.* **28**:89–121. 1977.

FLOWERS, T. J. *et al.* Halophytes. *The Quarterly Review of Biology* **61**(3): 313-337. 1986.

JACOBY, B. Mecanisms involved in salt tolerance by plants. Cap. 5. *In: Handbook of Plant and Crop Stress*. M. Pessarakli (Ed.). Marcel Dekker, Inc. pp: 97-122. 1994.

LEVITT, J. Responses of plants to environmental stresses. *In: Water, radiation, salt and other stresses*. Vol 2. (2ª ed.). Academic Press. 1980.

LU, Z. *et al.* *Salicornia bigelovii* (Chenopodiaceae)—a seawater irrigated crop with versatile commercial products. *In: The 5th New Crops Symposium*, Atlanta, Georgia. 2001.

PALOMO, L. La influencia de *Sarcocornia perennis alpini* (Lag.) Castroviejo en el flujo de nutrientes del estuario del río Palmones. PhD Dissertation. University of Malaga, Spain, p. 225. 2004.

PARIDA, A.K. & DAS, A.B. Salt tolerance and salinity effects on plants: a review. *Ecotoxcol. Environ. Safety* 60, 324–349. 2005.

PUENTE E. O. R., *Salicornia bigelovii* as na Exemple With the Association of Nitrogen Fixers Bacterium (Plant Growth promoting Bacterium – PGPB). Disponível em: <http://www.docstoc.com/docs/75940607/salicornia-production>. Acessado em 06/06/2012.

RAKOCY, J.E. *et al.* Recirculating aquaculture tank production systems: aquaponics – integrating fish and plant culture. SRAC Publication. Nº 464. 2006.

RINEHART, L. Aquaponics - Integration of Hydroponics with Aquaculture. Disponível em www.attra.ncat.org/attra-pub/aquaponic.html. 2010.

ROZEMA, J. Ecophysiological adaptations of coastal halophytes from foredunes and salt marshes. *Vegetatio* **62**: 499-521. 1985a.

SHEPHERD, K. A. *et. al.* Morphology, Anatomy and Histochemistry of *Salicornioieae* (Chenopodiaceae) Fruits and Seeds. *Annals of Botany*, 917-933. 2005.

SAUDI ARAMCO WORLD. Disponível em <http://www.saudiaramcoworld.com/issue/199406/samphire-from.sea.to.shining.seed.htm>. Acessado em 06/06/2012.

SIMOPOULOS, A. P.. Omega-3 fatty acids and antioxidants in edible wild plants. *Biol. Res.* 37, 263–277. 2004.

STOREY, R., AHMAD, N., & WYN JONES, R.. Taxonomic and ecological aspects of the distribution of glycinebetaine and related compounds in plants. *Oecologia* **27**:319–332. 1977.

THE SEAWATER FOUNDATION. Disponível em <http://www.seawaterfoundation.org>. Acessado em 06/06/2012.

VENTURA Y. *et. al.* Effects of day length on flowering and yield production of *Salicornia* and *Sarcocornia* species. *Scientia Horticulturae* 130 (2011) 510–516. 2011.

VENTURA Y. *et al.* Effect of seawater concentration on the productivity and nutritional value of annual *Salicornia* and perennial *Sarcocornia* halophytes as leafy vegetable crops, 2011.

YOUSIF, B.S. *et al.* Effect of salinity on growth, mineral composition, photosynthesis and water relations of two vegetable crops; New Zealand spinach (*Tetragonia tetragonioides*) and water spinach (*Ipomoea aquatica*). *Int. J. Agric. Biol.* 12, 211–216. 2010.

ZWEIG, R. D. An Integrated Fish Culture Hydroponic Vegetable Production System. *Aquaculture Magazine*. May/June, pp 34-40. 1986.

Zhu, J.K.. Plant salt tolerance. *Trends Plant Sci.* 6, 66–71. 2001a